

**3**

ESTADÍSTICA

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOX-JENKINS EN LA FORMULACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO DE LAS REEXPORTACIONES DE LA ZONA LIBRE DE COLÓN HACIA COLOMBIA: 2000-2014

Estelina Ortega-Gómez¹, Mitzi Cubilla², Aurora Mejía² y Clara Cruz²¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Estadística. estelinao@hotmail.com²Universidad de Panamá, Departamento de Estadística

Resumen

La Zona Libre de Colón es una de las actividades comerciales más importante de Panamá dedicada principalmente a la importación y reexportación de bienes finales y semielaborados, en adición a los diversos servicios complementarios. Desde el año 2013 se evidenció un deterioro de su desempeño inducido principalmente por la restricción comercial de Colombia de tipo arancelaria. La investigación plantea desarrollar una metodología predictiva para estimar las reexportaciones hacia Colombia, como herramienta de previsión y toma de decisiones para la efectiva asignación de recursos.

Se aplicó la metodología Box-Jenkins y estableció el modelo ARIMA (0,1,1)(0,1,1), el cual presentó el mayor grado de ajuste. Los resultados ofrecen un modelo confiable y robusto para pronosticar el movimiento de reexportaciones a corto plazo para Colombia.

Palabras claves: Colombia, Zona Libre de Colón, re-exportación, Box-Jenkins, predicción.

Abstract

The Colon Free Zone is one of the most important commercial activities of Panama dedicated to the import and re-export of final and intermediate goods, in addition to other complementary services. Since 2013 a deterioration of its performance was mainly induced by trade and tariff restriction of Colombia. The research aims to develop a predictive methodology for estimating re-exports to Colombia, as a tool for forecasting and decision making for an effective allocation of resources.

The Box-Jenkins methodology was applied and established an ARIMA (0,1, 1) (0,1,1) model which presented the highest degree of adjustment. The results provide a robust and reliable model to predict short-term re-export movement to Colombia.

Keywords: Colombia, Colon Free Zone, re-export, Box-Jenkins.

Citación: Ortega-Gómez, E., Cubilla, M., Mejía, A. y Cruz, C. (2016). Aplicación de la metodología Box-Jenkins en la formulación de un modelo predictivo de las reexportaciones de la Zona Libre de Colón hacia Colombia: 2000-2014. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios 3 (1): 24-35

Recibido: 20 de junio de 2016

Correspondencia al autor: estelinao@hotmail.com (Estelina Ortega-Gómez)

INTRODUCCIÓN

La Zona Libre de Colón es la zona franca más importante del hemisferio occidental y representa uno de los grupos de actividad comercial más importante de Panamá, estimado en un 5.8% del PIB¹ (Zona Libre de Colón, 2015c) dedicado principalmente a la importación y reexportación de bienes finales y semielaborados, así como a ofrecer servicios complementarios como los financieros, transporte, intermediación logística, entre otros.

Su principal función promover el comercio internacional bajo un marco regulatorio impulsado por beneficios fiscales que permite impulsar las actividades de comercio exterior al por mayor. Se encuentra ubicada en el punto central de las Américas hacia la entrada Atlántica del Canal de Panamá, específicamente en la ciudad de Colón. Existen aproximadamente 3071 empresas (2272 usuarios y 799 representados) formalmente establecidas en la zona franca (Zona Libre de Colón, 2015a). Además, un gran número de servicios logísticos en apoyo a las actividades comerciales propias de la zona franca son fácilmente accesibles para los comerciantes, inversionistas y turistas como Líneas navieras y aerolíneas, agencias navieras, servicios de operación logística, agentes corredores de aduana, acarreo terrestre, plataforma de bancos nacionales e internacionales, servicios gubernamentales, entre otros.

Su principal objetivo es promover el comercio internacional bajo un marco regulatorio impulsado por beneficios fiscales que permite impulsar las actividades de comercio exterior al por mayor, y que son impulsadas por una amplia abanico de actividades complementarias de carácter logísticas, de transporte e intermediación financieras, entre otras. (Zona Libre de Colón, 2015b).

Los principales clientes de la Zona Libre de Colón son Puerto Rico, Venezuela, Colombia y Panamá. Colombia registró un ligero incremento en sus compras desde la Zona Libre de Colón del 1,1% entre los años 2012 y 2013, lo que se manifestó en los B/.1,89 y B/.1,91 mil millones en reexportaciones para ambos años. Pero, para el año 2014, se reflejó un ligero decrecimiento del 3,6%, cuando se reexportaron B/. 1,84 mil millones. Panamá, a pesar de ser país sede de esta zona franca, realizó compras por un total de B/. 1,36 mil millones en el 2012, cifra que disminuyó para el 2013 en B/.1,28 mil millones y en B/.1,24 mil millones para el 2014. (Véase Figura 1)

¹ Producto Interno Bruto del 2015, con año base 2007.

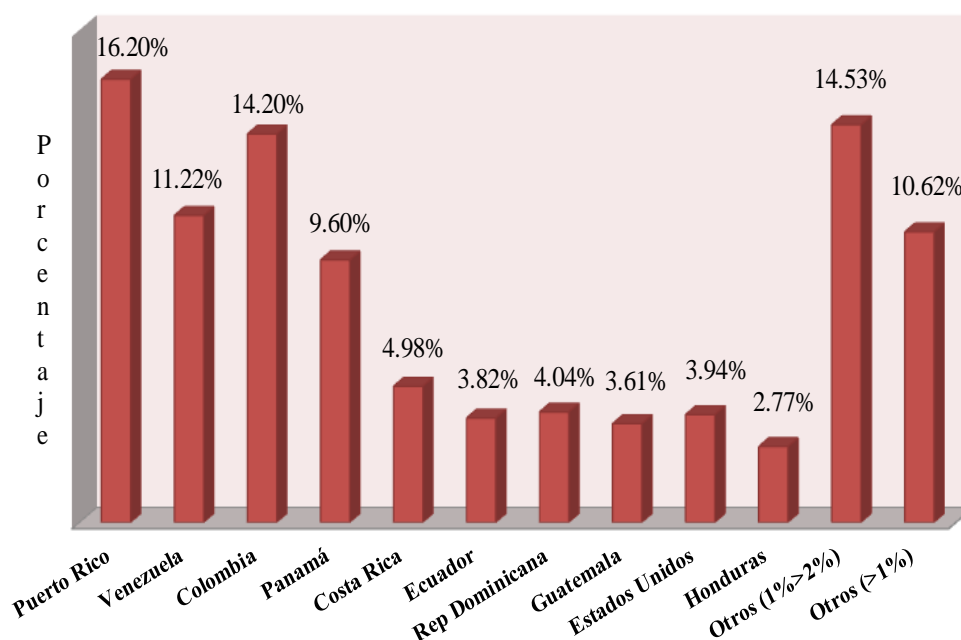


Figura 1. Distribución de las reexportaciones de la Zona Libre de Colón, según destino: 2014. Fuente: Zona Libre de Colón (2015c)

Desde el año 2013 se evidenció un deterioro del movimiento de esta zona franca inducido principalmente por la restricción comercial con Colombia, el cual representó para el 2014 aproximadamente el 14% de las actividades tanto comercial como de servicios complementarios.

La zona franca posee una fuerte dependencia comercial con este país. Entre los años 2011 a 2014, las reexportaciones hacia Colombia representaron un 14.4% en promedio, tal como se muestra en la Figura 2. Dada su importante significancia comercial para todos los que participan en las actividades de negocios de la Zona Libre, es imperativo disponer de una estimación precisa sobre el desempeño futuro de este mercado y sus clientes.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar una metodología predictiva que permita estimar el desempeño de la actividad comercial de la Zona Libre de Colón, particularizando en las reexportaciones hacia Colombia, como herramienta de previsión ante las necesidades de recursos y para la toma de decisión efectiva de ejecutivos y directivos.

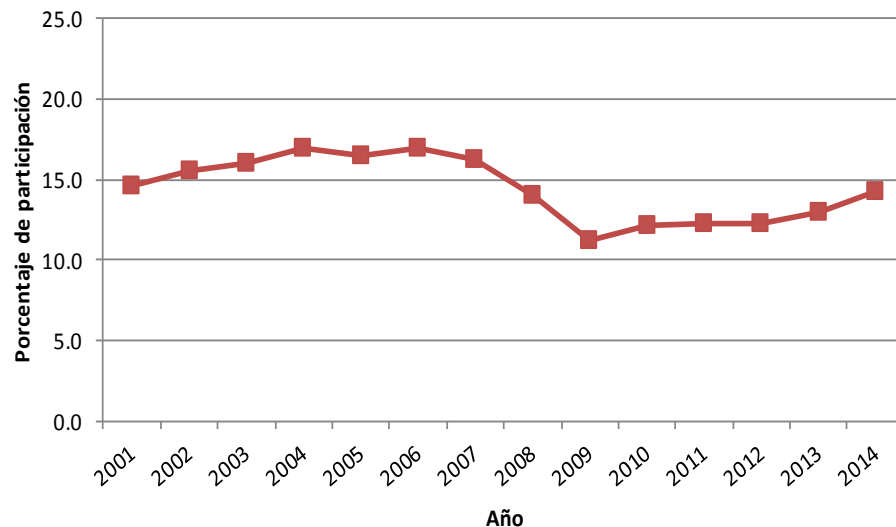


Figura 2. Porcentaje de participación de las reexportaciones de la Zona Libre de Colón hacia Colombia: 2001-2014. Fuente: Zona Libre de Colón (2011, 2015c)

MATERIALES Y MÉTODOS

Naturaleza de los datos y metodología

Por la naturaleza y dirección del estudio, se establece que la investigación a realizar es de tipo correlacional y prospectiva. Debido al tipo de datos, la investigación también es de carácter longitudinal ya que el estudio se hace en un tiempo prolongado y se examina la evolución del evento durante éste período observado. Los datos estadísticos son obtenidos de los compendios e informes estadísticos, así como de los Anuarios Estadísticos del Departamento de Estadística y Estudios Económicos de la Administración de la Zona Libre de Colón. De igual forma se utilizaron los datos obtenidos de los Informes Estadísticos del Departamento de Comercio Exterior del Instituto Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República.

La data utilizada para esta investigación correspondió al movimiento trimestral de las reexportaciones de mercancías hacia Colombia durante el período comprendido entre el año 2000 hasta el 2014. Una vez examinada la data, se formuló el modelo predictivo para Colombia y se revisaron los diferentes estadísticos que corroboraron la confiabilidad y robusticidad de cada modelo.

La metodología utilizada para formular los modelos de pronóstico se sustentaron en Box y Jenkins (1976), quienes establecen la modelización de las series temporales mediante modelos ARIMA. Para el análisis de la serie se utilizó el programa estadístico Statistica v13 que permitió realizar las corridas y análisis necesarios para la construcción del modelo.

Series de Tiempo: conceptualización

Las series de tiempo es una secuencia de datos numéricos cada uno de los cuales se asocia con un instante específico de tiempo. (Maddala, 1996). Según Chatfield (1978), los principales objetivos de una serie de tiempo con las cuales se pueden analizar los datos es la de permitir obtener medidas descriptivas y analizar su comportamiento a lo largo del tiempo.

La metodología Box-Jenkins constituye un procedimiento estadístico muy potente para el tratamiento y modelización de variables dinámicas, las cuales permitirán predecir valores futuros de una serie basándose en valores pasados de una sola variable o más. (Peña, 1978). Esta metodología no asume ningún patrón particular en los datos históricos de la serie a pronosticar. El modelo se ajusta bien si los residuos entre el modelo de pronóstico y los puntos de datos históricos son reducidos distribuidos de manera aleatoria e independiente. (Hanke, J. *et al*, 1996).

La metodología Box-Jenkins posee diferentes procesos: Autorregresivos (AR), Media Móvil (MA), Autorregresivo y Media Móvil (ARMA), Autorregresivo Integrado de Media Móvil (ARIMA). Una serie es estacionaria si su media, su varianza y covarianza permanecen constantes a lo largo del tiempo (en los distintos rezagos) sin importar el momento en el cual se midan. (Jiménez, 2013).

El modelo ARIMA (p,d,q) donde p denota el número de términos autorregresivos, d el número de veces que la serie debe ser diferenciada y q el término de media móvil (Gujarati, 2002) estará dado por:

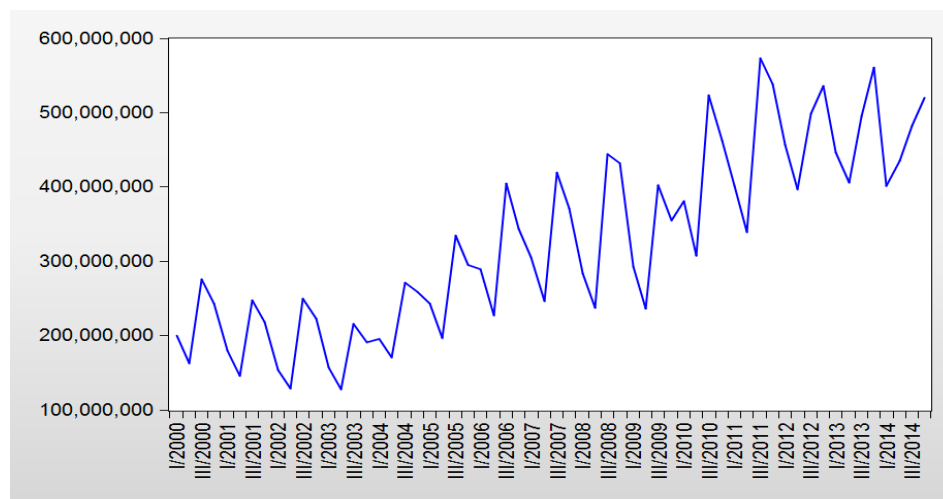
$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \phi_q(B)\varepsilon_t$$

Cuando la serie es afectada por ambos componentes, tendencia regular y estacionalidad, Box y Jenkins (1970) propone un modelo denominado multiplicativo, el cual puede explicar el comportamiento de una serie afectada por ambas componentes representado por el Modelo Multiplicativo ARIMA $(p,d,q) * SARIMA (P,D,Q)$, y el cual es formulado por la expresión (Chávez, 1997)

$$\phi_P(B)\phi_P(B^S)\nabla^d\nabla_S^D(Z_{t-\mu}) = \theta_Q(B)\theta_Q(B^S)a_t$$

RESULTADOS

La serie original presentada en la Figura 3 muestra las reexportaciones realizadas por la Zona Libre de Colón hacia Colombia medidas en Balboas durante el periodo trimestral del año 2000 al 2014. La misma presenta una tendencia de carácter determinística, ya que se evidencia una media que no es constante, lo que propone iniciar un proceso de diferenciación.



Fuente: GeorgiaTech Panama (2015)

Figura 3. Representación de la serie original de las reexportaciones medidas en Balboas hacia Colombia: 2000 – 2014.

Al evaluar la presencia o no de cada componente en la serie de reexportaciones hacia Colombia en los años 2000 al 2014, se identificó que la serie presenta los componentes tendencia, ciclo, estacionalidad y componente irregularidad. Se aplicó a la serie una transformación logarítmica para estabilizar la varianza y aplicarle un diferenciado para que la serie sea estacionaria en media, lo que se muestra en la Figura 4.

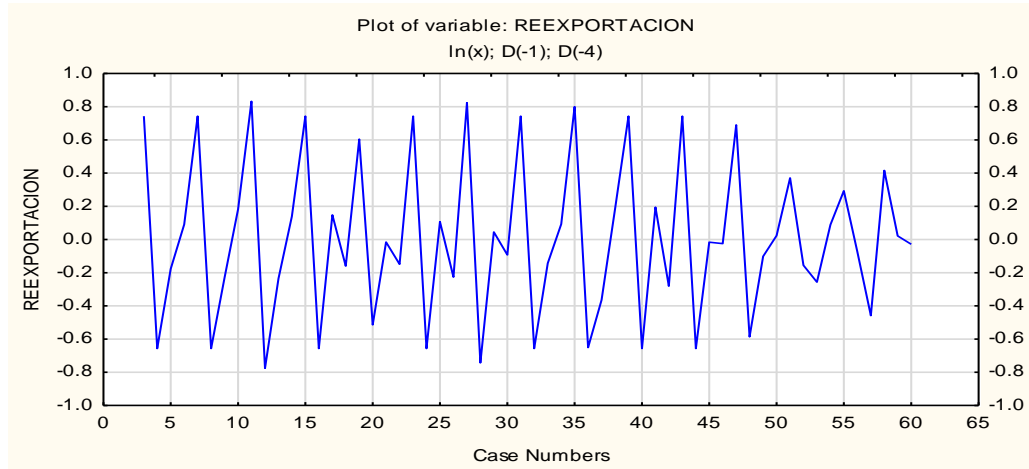


Figura 4. Serie transformada de las reexportaciones hacia Colombia aplicando un diferenciado y un diferenciado en la parte estacional en el cuarto periodo

Se evidencia que la serie de reexportación hacia Colombia es de tipo multiplicativo ya que el mismo posee los menores valores de los coeficientes de variación, tal como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación del modelo aditivo y multiplicativo

Periodo/ Trimestral	Aditivo			Multiplicativo		
	Promedio	Desviación Estándar	CV	Promedio	Desviación Estándar	C.V
I	25590747	25048238,4	97,88	91,90	7,89	8,59
II	70949950	22277599	31,40	76,92	7,09	9,22
III	63723165	29585133,6	46,00	121,52	8,98	7,39
IV	39551914	26528383,2	67,07	111,95	5,78	5,17

Una vez obtenida una serie estacionaria en media y varianza, se procede a estimar los parámetros del modelo ARIMA utilizando los correlogramas. Para la parte autorregresiva se utilizará el correlograma parcial y para la parte de media móvil el correlograma simple, los cuales se presentan en las Figuras 5 y 6.

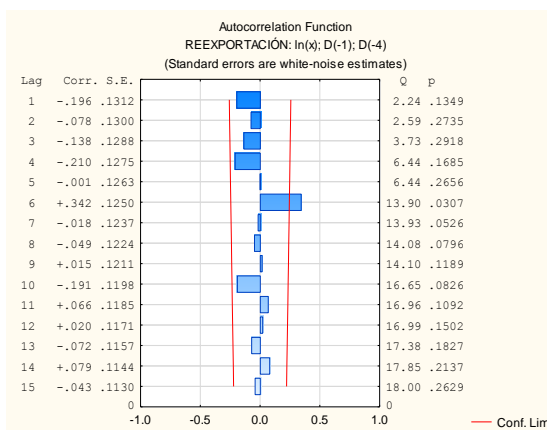


Figura 5. Correlograma simple de la serie estacionaria

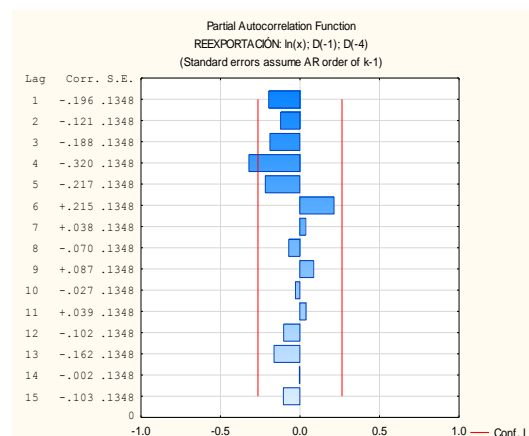


Figura 6. Correlograma parcial de la serie estacionaria

Al examinar los correlogramas, se puede identificar tres modelos propuestos para su posterior evaluación y determinar aquel de mejor ajuste. Se determina que el modelo que mejor se ajusta a la serie de reexportación hacia Colombia es el modelo ARIMA $(0,1,1) * (0,1,1)$ sin constante, ya que posee el menor error cuadrado medio.

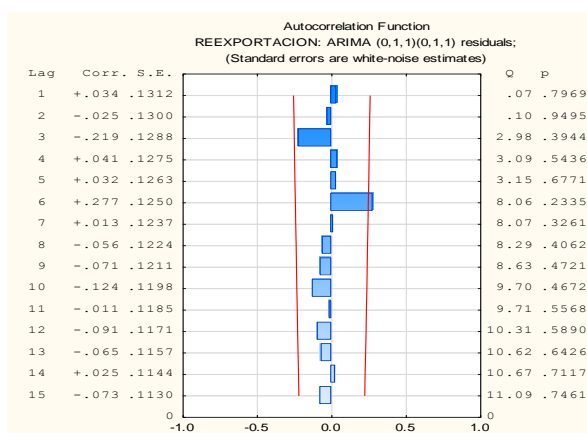


Figura 7. Correlograma de los residuos del modelo ARIMA $(0,1,1) * (0,1,1)$

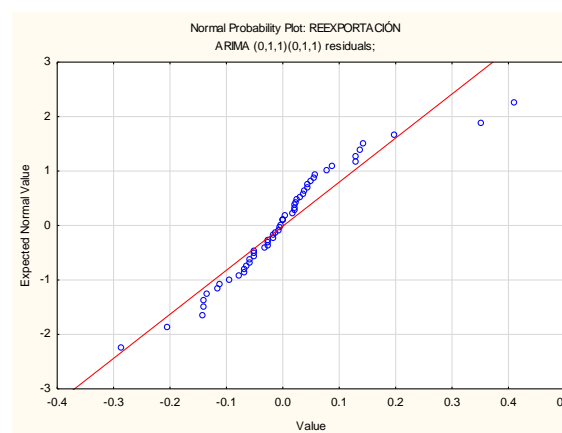


Figura 8. Probabilidad de la normal de los residuos del ARIMA $(0,1,1) * (0,1,1)$

Por medio del correlograma de residuos que se muestra en la Figura 7, se observa que las autocorrelaciones son significativas al ubicarse dentro de las bandas de confianzas sobre todo en los retardos más bajos. En la misma se verificar las correlaciones conjuntas de los residuos Ljung –Box muestran que las probabilidades de Q Box -Pierce son mayores a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, por lo tanto se confirma la estructura de ruido blanco en los residuos.

La Figura 8 de probabilidad normal refleja que los puntos se aproximan al comportamiento lineal marcado en el gráfico considerando que la distribución de los residuos es similar a la distribución teórica, en consecuencia los residuos tienen un comportamiento normal. Se comprueba el estadístico Jarque – Bera (JB) y obtiene un valor de 0,6050, comparando con el valor de $X_2^2 = 5,99$ para un nivel de significancia del 5%, cumpliendo con el supuesto de normalidad.

Al evaluar el resultado del pronóstico obtenido del modelo, se puede señalar que el valor estimado es altamente consistente con el patrón de comportamiento histórico de la serie original. En la Figura 9, se reitera la tendencia y la estacionalidad para el nuevo año establecido 2015.

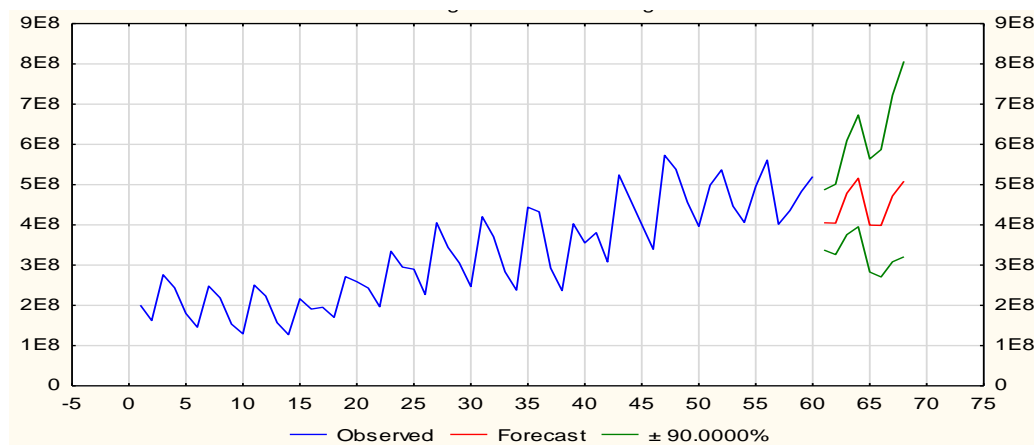


Figura 9. Serie trimestral y predicción para las reexportaciones hacia Colombia. Años 2000 – 2015

DISCUSIÓN

La serie de reexportación hacia Colombia muestra patrones estacionales constantes con una tendencia creciente a lo largo de los 15 años de estudio. Se evidencian picos y valles más destacados en algunos períodos con respecto a otros, aun así se manifiesta una consistencia en la fluctuación. Esto lleva a establecer que la actividad comercial histórica de reexportaciones de la Zona Libre de Colón hacia Colombia es de tipo estacional, impulsada por la comercialización para las ventas de fin de año.

La metodología utilizada para la investigación (Box-Jenkins) se utilizó considerando una base de datos a nivel trimestral cuyo período comprendía entre los años 2000 a 2014. Los últimos datos oficiales de reexportaciones hacia Colombia para el 2015 se han presentado al público a nivel anual. Al no disponer datos oficiales trimestrales, no se pudo realizar una comparación entre los valores reales y estimados para determinar su grado de precisión. . Tal como señala Peña (1978), esta metodología es aceptada para los fines propuestos dado su nivel de rigurosidad, ya que es potente para el tratamiento y modelización de variables dinámicas, la cual permite predecir valores futuros de una serie basados en valores pasados. De igual forma, la metodología es aceptable tal como se demostró al lograr residuos reducidos, distribuidos de manera aleatoria e independiente entre el modelo de pronóstico y los puntos de datos históricos, tal como plantea Hanke *et al.* (1996)

CONCLUSIÓN

La metodología Box-Jenkins es una herramienta estadística de pronóstico altamente efectiva que permite evaluar el comportamiento de una serie histórica considerando sus diferentes componentes (tendencia, ciclo, estacionalidad y aleatoriedad) sin asumir patrones particulares.

Bajo esta metodología se formuló un modelo ARIMA (0,1,1)(0,1,1) para el año 2015 cuyo pronóstico es estadísticamente aceptable y significativo con respecto al patrón histórico de comercialización.

Los resultados obtenidos de las reexportaciones de la Zona Libre hacia Colombia reflejan una tendencia sostenible durante los años de estudio (2000-2014) mostrando comportamientos estacionales constantes y consecuente a los patrones identificados en los años anteriores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Box, G.E.P. & Jenkins, G.M. (1976). Time Series Analysis: Forecasting and Control. San Francisco: Holden Day.

Chatfield, C. (1978). The analysis of time series: theory and practice. London: Chapman and Hall.

Chávez, N. (1997). Modelos ARIMA. Revista ciencia y Cultura. (1), 23-30. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33231997000100005&lng=es&tlng=es

Georgia Tech Panamá, Centro de Innovación e Investigaciones Logísticas (2015). Portal Logístico – Sección Intercambio Comercial/Zona Libre de Colón. Recuperado de <http://logistics.gatech.pa/es/trade/colon-free-zone>

Gujarati, D. (2002). Econometría. McGraw - Hill. 3^{ra} ed. Bogotá, Colombia.

Hanke, J.& Reitsch, A. (1996). Pronósticos en los negocios. Edit. Prentice Hall, 5ta ed. México.

Jiménez, J. (2013). Pronóstico de demanda de llamadas en los call center, utilizando redes neuronales artificiales. Tesis de Pregrado. Universidad de Piura, Perú.

Maddala, G.S. (1996). Introducción a la Econometría. Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana, México.

Peña D. (1978). La metodología de Box-Jenkins: Una aplicación a la previsión del consumo de gasolina Documentos. IC, pp.136-152.

Zona Libre de Colón. (2011). Compendio Estadístico 2001-2010. Departamento de Estadística y Estudios Económicos.

Zona Libre de Colón. (2014). Anuario Estadístico. Recuperado de <http://www.zolicol.gob.pa>

Zona Libre de Colón. (2015a). Historia. Génesis de la Zona Libre de Colón. Recuperado de <http://www.zolicol.gob.pa/detalle.php?cid=1&sid=20&id=25>

Zona Libre de Colón. (2015b). Compendio Estadístico 2010-2014. Departamento de Estadística y Estudios Económicos.



Zona Libre de Colón. (2015c). Compendio Estadístico 2011-2015. Departamento de Estadística y Estudios Económicos.